



Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado"

Decanato de Agronomía

Programa de Ingeniería Agroindustrial

Revista Científica A.S.A

ISSN: 2343-6115 Depósito Legal No ppl201302LA4406

DISTANCIA DE SIEMBRA Y DOSIS DE NITRÓGENO EN CULTIVARES DE CARAOTA

Sánchez Aymara¹, Martins Kristin¹, Sosa Francisco¹, Rodríguez Pablo¹, Hernández José Francisco², Alejua Hilda y Lorbes Jarvier.

¹Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Lara.
Asociación Nacional de Cultivadores Agrícolas. Portuguesa. Venezuela.

aymaras@ucla.edu.ve

ASA/EN -2017-01

Recibido: 14-05-2017

Aceptado: 29-01-2018

RESUMEN

El nitrógeno como elemento esencial y la distancia de siembra tienden a alterar el crecimiento y productividad del cultivo de caraota. El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento y productividad de dos cultivares de caraota en respuesta a dos distancias de siembra y dosis de nitrógeno (N). El experimento fue conducido en campo en la localidad de Palaciero, estado Lara. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar dispuestos en franjas horizontales para los cultivares (Tuiuiú y Uirapurú), verticales para las distancias de siembra (0,45 y 0,75 m) y en la intersección de ambas las dosis de N (0, 20, 60, 100, 140 kg ha⁻¹), con tres repeticiones. Se aplicó la fertilización nitrogenada con Urea al momento de la siembra, 22 días después de la siembra (dds) y antes de floración. El cultivar Uirapurú superó ($P < 0,05$) al Tuiuiú en altura de planta a los 15, 30, 42 y 49 dds (73,6 vs 66,48 cm), peso de 100 granos (14,3 vs 13,5 g) y rendimiento de granos (2176,9 vs 1270,3 kg ha⁻¹). El Rendimiento fue mayor con la distancia entre hileras de 0,75 m y con dosis de 60 a 140 kg N ha⁻¹. En general no hubo interacción entre los factores en estudio. La producción de granos fue afectada por el cultivar, distancia de siembra y dosis de N.

Palabras clave: componentes del rendimiento; fertilización; *Phaseolus vulgaris*.



SOWING DISTANCE AND NITROGEN DOSES IN CULTIVATES OF BLACK BEAN

ABSTRACT

Nitrogen as an essential element and the sowing distance tend to alter growing and productivity of black bean crops. The study objective was to evaluate growing and productivity of two black bean crops in response to two sowing distances and (N) nitrogen doses. This experiment was conducted in field located at Palaciero's location, Lara state. The experimental design used was aleatory blocks disposed in horizontal fringes for cultivates (Tuiuiú and Uirapurú), vertical rows for sowing distances (0,45 and 0,75 m), and in intersection of both nitrogen doses (0, 20, 60, 100, 140 kg ha⁻¹), with three repetitions. It was applied nitrogen fertilization with Urea at sowing, and 22 days later of sowing (dls) and before flowering. The Uirapuru cultivate overcame ($P < 0,05$) to Tuiuiu cultivate in plant height at 15, 30, 42, and 49 dls (73,6 vs 66,48 cm), grain weight (14,3 vs 13,5 g) and grain yieldings (2176,9 vs 1270,3 Kg ha⁻¹). The yielding was bigger with distance between horizontal rows of 0,75 m and with doses of 0 to 149 kg N ha⁻¹. Generally there was no interaction between factors under study. Grain production was affected for cultivate, sowing distance, and N doses.

Keywords: Performance components; fertilization; *Phaseolus vulgaris* L.

INTRODUCCIÓN



La Caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas más importante para el consumo humano, se destaca por ser fuente de proteína de origen vegetal, rica en Fe, Ca, Zn y vitamina B en la dieta humana, principalmente en los países en desarrollo. En Venezuela esta leguminosa es principalmente un cultivo de secano, que se complementa con riego por aspersión (Morros, 2001). Se considera como un cultivo secundario, de bajos insumos y mano de obra familiar, con superficies de una a cinco hectáreas en su mayoría y rendimientos promedios de 500 kg ha⁻¹, que no satisface la demanda nacional de 120.000 TM anuales (Ruidiaz, 2015).

Se cultiva en las zonas altas, en los llanos Occidentales y en la mayor parte del país. En el estado Lara el cultivo de la caraota está en manos de pequeños y medianos productores; Se plantea como alternativa de rotación, diversificación y recuperación de suelos, dentro de los sistemas de producción hortícolas.

Su producción y superficie sembrada ha disminuido significativamente en los

últimos años, para el 2008 la producción nacional solo garantizó 1,4 kg por persona por año (Berroteran, 2013), por lo que se requiere la recuperación de este rubro y su evaluación en diversos agroecosistemas.

Con el fin de aumentar la producción de leguminosas, el gobierno nacional a través del Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras a finales del año 2015 decidió impulsar la siembra de los cultivos de caraota y frijol, en el marco del llamado Plan de Leguminosas, a través de semillas certificadas traídas de Brasil, dotaciones de maquinaria, insumos y créditos de la banca agrícola para la plantación de más de 50.000 hectáreas (MINPPAT, 2015).

El cultivo de la caraota se adapta al modelo de agricultura sustentable, que busca un mejor uso del recurso suelo y una mayor eficiencia de los insumos utilizados para garantizar su producción en el tiempo, sin embargo la productividad del cultivo puede limitarse por varios factores, tales como, condiciones climáticas, cultivar, plagas y



enfermedades, prácticas agronómicas (Pérez *et al.* 2013).

En cuanto a las prácticas agronómicas, el manejo de la fertilización, en especial la nitrogenada, al igual que el establecimiento de una adecuada densidad de siembra, amerita su evaluación en los cultivos introducidos al país, en diferentes condiciones agroecológicas y socioeconómicas actuales y potenciales de los sistemas de producción del cultivo. El nitrógeno es el nutriente más extraído por la caraota, aunque presenta fijación simbiótica de ese nutriente, este proceso es insuficiente para suplir la demanda de la planta (Malavolta, 1997). Por lo tanto, en la mayoría de las veces, es imprescindible la aplicación de N para que el cultivo alcance rendimientos óptimos.

El N se pierde fácilmente en el sistema suelo-planta, la maximización del uso del elemento por la caraota es importante, debido al riesgo al medio ambiente, por ser especialmente contaminante de aguas subterráneas o acuíferos. Por tanto se hace necesario un adecuado manejo de la

fertilización nitrogenada, en relación a la dosis, método y momento más adecuado para su aplicación (Sant'Ana *et al.*, 2010).

Al igual que la fertilización, la densidad de siembra tiene potencial para incrementar el rendimiento de la caraota, lo cual se atribuye a una mayor interceptación y eficiencia del uso de la radiación solar (Osuna, 2012).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento y productividad de dos cultivos de caraota en respuesta a dos distancias de siembra y dosis de nitrógeno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en Hacienda Los Yariquies, ubicada en el asentamiento campesino El Palaciero, Municipio Palavecino, estado Lara, a una altura de 500 msnm. El área está enmarcada dentro del bosque seco tropical. La precipitación promedio anual es de 935,6 mm, con temperatura promedio de 25,1 °C y 75% de humedad relativa.

Las características físico-químicas del suelo previo a la siembra arrojaron textura



media, con pH neutro y buena disponibilidad de fósforo y potasio

(Cuadro1). El drenaje interno y externo se mostró de moderado a rápido.

Cuadro 1. Características físico-químicas del suelo de la parcela experimental

Profundidad cm	a	L %	A	Clase Textural	pH	CE dS m ⁻¹	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
0-20	59	18	23	FAa	7,3	0,33	65 A	171A	960 B	90 B

A: alto; B: bajo; FAa: Franco arcillo areno.

El experimento se dispuso como un diseño de bloques al azar con arreglo de tratamientos en franjas. Las franjas horizontales las integraron las variedades Tuiuiú y Uirapurú (V1 y V2), las verticales conformadas por las dos distancias de siembra (0,45 y 0,75 cm) y en la intersección de variedad por distancia de siembra, se ubicaron las dosis crecientes de nitrógeno (0, 20, 60, 100 y 140 kg ha⁻¹), para un total de 20 tratamientos y tres repeticiones (Figura 1). Cada unidad experimental constó de cinco hileras de 3 metros de largo,

separadas a 0,45 y 0,75 m, equivalente a 6,75 y 11,25 m², respectivamente. Se utilizaron las tres hileras centrales para las mediciones respectivas y las dos hileras restantes como borduras.

Previo al establecimiento del ensayo, se aplicó un herbicida sistémico (Glifosato) a una dosis de 2 L ha⁻¹, se realizó un tratamiento a la semilla a base de insecticida (Thiodicarb) a razón de un 1L por cada 100 Kg; como protección durante los primeros 10 días después de la siembra.

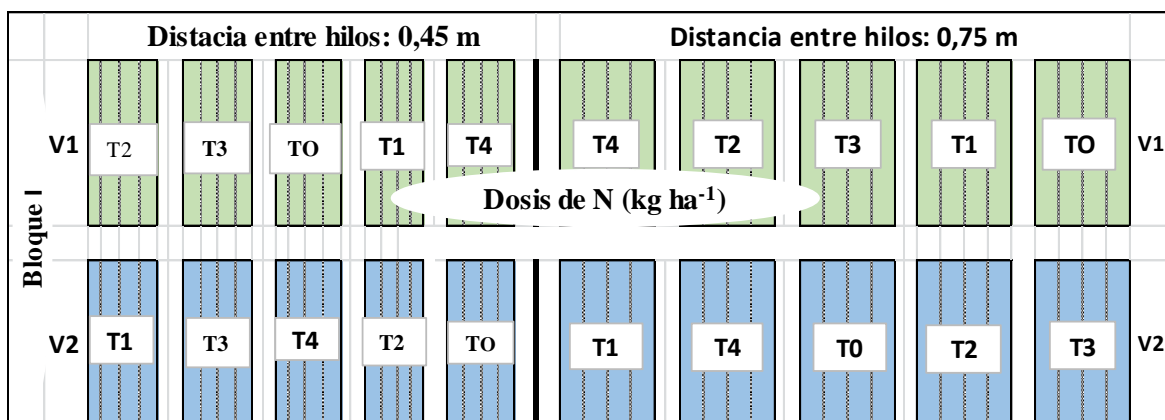


Figura 1. Distribución de los tratamientos según el diseño experimental.

La siembra se realizó en forma manual, colocando dos semillas por punto a una distancia de 0,10 m y entre hilera de siembra correspondiente a cada tratamiento (0,45 y 0,75 m).

La fertilización básica se formuló con nitrógeno solamente debido a los niveles altos de fósforo y potasio según el resultado del análisis de suelo referido anteriormente y a la disponibilidad de estos nutrientes en el suelo. Las dosis de nitrógeno se aplicaron en tres etapas del cultivo: a) a los dos días después de la siembra (dds) con una dosis básica para todos los tratamientos (20 kg N ha^{-1}); b) cuando el cultivo presentó de tres a cuatro hojas trifoliadas, aproximadamente a los 15 dds y c) a los 34 dds, en plantas con

20-21 hojas trifoliadas, el N restante se aplicó para completar las dosis de 100 y 140 kg ha^{-1} , utilizando Urea como fuente de N.

Durante la etapa vegetativa V2-V4 del cultivo se realizaron tres aplicaciones de micronutrientes quelatados cuyos nombres comerciales son Micros Boro al 30 % p/p y Macromag Magnesio al 9% p/p, a razón de 160 g por hectárea.

Variables evaluadas

Altura de planta: fueron tomadas de una población de 15 plantas para cada unidad experimental. Las mediciones se realizaron desde la base del suelo hasta el último nudo central de la planta a los 15, 30, 42-43 y 49-50 dds.



Componentes del rendimiento: Previo a la cosecha fueron evaluados, en cinco plantas al azar por unidad experimental los componentes del rendimiento representados por número de vaina plantas⁻¹ (NVP) y peso de 100 granos (P100G). Se cuantificó el número de vainas por planta y el peso de 100 granos, secados en estufa con circulación forzada a 60 °C, hasta alcanzar peso constante.

Rendimiento: Para la estimación del rendimiento se cosecharon manualmente las plantas, cuando presentaron vainas de color verdoso a crema (75-78 dds), contenidas en el área útil de cada unidad experimental, se ajustó la humedad del grano a 13 % y se expresó en kg ha⁻¹.

Análisis estadístico

El análisis de la varianza fue para un modelo de franjas divididas con distribución en bloques al azar previo a

verificación del cumplimiento de los supuestos exigidos. La separación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey a 5% de probabilidad. Se usó el programa estadístico Statistix versión 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de planta

En la Figura 2 se observa que la altura de planta presentó diferencias ($P < 0,05$) entre los cultivares durante la etapa vegetativa y reproductiva del cultivo (inicio de floración-R1). El cultivar Uirapurú mostró el mejor desarrollo con 13,77 cm de altura cuando el cultivo presentaba en promedio 1,5 hojas trifoliadas a los 15 dds hasta la etapa R1 (50 dds) con altura promedio de 73,6 cm. Este cultivar

Este cultivar continuó superando al cultivar Tuiuiú en 16,5% hasta los 42 dds.



Estos resultados pueden ser debido a un efecto varietal.

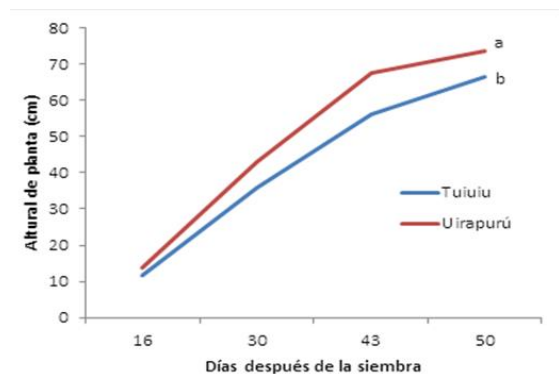


Figura 2. Altura de planta de dos cultivares de caraota

La altura de planta es una característica normalmente afectada por la población de planta (Carvalho et al. 2001). En el presente estudio, las plantas alcanzaron mayor altura con distancia de 0,75 m entre hileras durante la etapa vegetativa e inicio de floración, probablemente debido a que en esta

distancia las plantas captaron mayor cantidad de (Cuadro 3).

Cuadro 2. Altura de plantas de carota con diferentes distancia de siembra y dosis de N en cuatro épocas de evaluación.

Rosales (2003) obtuvo mayor altura de planta a madurez fisiológica en distancias entre hileras de 50 y 60 cm en relación a una de 40 cm, aunque no fueron diferentes estadísticamente.

La aplicación de dosis creciente de N causó diferencias significativas ($P < 0,05$) en altura de planta de la caraota a los 32 y 43 dds, la dosis de 100 kg N ha^{-1} superó al testigo y al tratamiento con 20 kg ha^{-1} . La dosis básica de nitrógeno aplicada al momento de la siembra con 20 kg ha^{-1} y la alta disponibilidad de fósforo y potasio respectivamente en el suelo, produjo que la altura de planta a los 15 dds no mostrara diferencias significativas.



Factor	Época de evaluación			
	15-16 dds [†]	30-32 dds	42-43 dds	49-50 dds
Distancia de Siembra	cm			
0,45 m	11,68 b	36,84 b	59,37 b	67,76 b
0,75 m	13,64 a	41,94 a	64,58 a	72,37 a
Dosis de Nitrógeno (kg ha⁻¹)				
0	12,53 a	38,59 b	61,47 ab	69,92 a
20	12,67 a	39,03 ab	59,90 b	69,14 a
60	12,67 a	39,17 ab	62,43 ab	70,10 a
100	12,81 a	40,93 a	63,37 a	70,97 a
140	12,66 a	39,21 ab	62,70 ab	70,19 a

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). [†]dds= días después de siembra.

Componentes del rendimiento

El análisis estadístico indicó que no hubo diferencias en el rendimiento y sus componentes atribuible a las interacciones cultivar x distancia y cultivar x distancia x dosis de N ($P>0,05$), por lo que estos factores actuaron en forma independiente. El NVP fue diferente ($P<0,05$) para los cultivares de caraota; mientras que la distancia de siembra y dosis de nitrógeno (N) no tuvo efecto ($P>0,05$) sobre esta variable. (Cuadro 3). Los coeficientes de variación fueron 23,13 y 6,16% para NVP y P100G, respectivamente.

El cultivar Tuiuiú presentó un mayor NVP (30,65) con respecto al Uirapurú, esto pudo deberse a características propias de las variedades evaluadas. Escobar *et al.* (2014) y Castañeda *et al.* (2006) obtuvieron cifras de NVP de 13,6 a 16,7 y de 19,3 a 24,7, para el cultivar Tacarigua.

En cuanto al P100G, se mostró como una característica determinada por el cultivar y aplicaciones de N, por cuanto se detectó efecto significativo de estos tratamientos. Se observa que los valores más altos corresponden al cultivar Uirapurú. El P100G promedio para



Uirapurú fue 14,35 g, con una diferencia 5,6% con respecto al Tuiuiú.

Cuadro 3. Rendimiento y componentes en dos cultivares de caraota, sembrado a diferentes distancias de siembra y dosis de nitrógeno

Factor	Número de vainas planta ⁻¹	Peso de 100 granos g	Rendimiento kg ha ⁻¹
Cultivar			
Tuiuiú	30,65 a	13,56 b	1270,3 b
Uirapurú	25,53 b	14,35 a	2176,9 a
Distancia de siembra			
0,45 m	30,15 a	13,86 a	1590,2 a
0,75 m	26,03 a	14,05 a	1857,0 a
Dosis de Nitrógeno			
0	25,08 a	13,24 b	1756,2 ab
20	27,06 a	14,02 ab	1506,7 b
60	28,00 a	13,81 ab	1711,6 ab
100	29,66 a	14,29 a	1793,7 ab
140	30,66 a	14,41 a	1849,8 a
CV	2213	6,16	14,54

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

El P100G fue influenciado por la dosis de N, los mayores valores de P100G se obtuvieron con las dosis de 100 y 140 kg ha⁻¹ y superaron significativamente ($P < 0,05$) al tratamiento sin N. Estos valores difieren de los obtenidos por Carvalho et al. (2001) con dosis de N fraccionas al momento de la siembra y en reabonos. El hecho de haber secado los granos a 60 °C por 24, redujo el peso de

los granos. Stone y Moereira (2001) obtuvieron incrementos en este componente con el aumento de las dosis de N y aplicaciones en reabono.

Rendimiento

La producción de caraota en función del cultivar, distancia de siembra y dosis de N, se resume en el Cuadro 3. El análisis factorial arrojó significancia para



cultivar ($p < 0,05$) y dosis de N ($p < 0,05$). El valor del coeficiente de variación (14,54%) permite señalar que esta variable es apropiada para evaluar los factores estudiados.

El rendimiento máximo obtenido fue para el cultivar Uirapurú, el cual superó en 41,6 % al Tuiuiú, esto puede ser debido a que estos cultivares presentan diferencias en el ciclo de desarrollo del cultivo y el cultivar Tuiuiú no pudo completar el periodo de llenado de grano. Sin embargo en las evaluaciones del componente de rendimiento el cultivar Uirapurú superó al Tuiuiú.

La distancia de siembra no afectó significativamente ($P > 0,05$) el rendimiento, resultados que no coinciden con los arrojados por Escalante *et al.* (2015), estos autores indicaron que reduciendo la distancia entre surco para cultivares indeterminados tipo II y fertilización nitrogenada se puede incrementar el rendimiento.

El efecto de las dosis de N sobre el rendimiento de la caraota fue significativo ($P < 0,05$), esto se relaciona con el NVP y P100G y se refleja en la diferencia

observada en el rendimiento, atribuibles al incremento de las dosis de nitrógeno de 0 - 20 kg ha⁻¹ a 60 - 140 kg N ha⁻¹. El rendimiento promedio causado por las dosis de desde 60 hasta 140 kg N ha⁻¹ fue similar e inferior a lo reportado por Carvalho *et al.* (2001) y Escobar *et al.* (2014), quienes informaron rendimientos de 2264 - 2507 y 1996,9 - 2623,4 kg ha⁻¹ con dosis de 75 y 82 kg ha⁻¹ en cultivar IAC Carioca y Tacarigua, respectivamente. Así mismo Carvalho *et al.* (2003) obtuvo máximo rendimiento (2279 kg ha⁻¹) con dosis de 140 kg ha⁻¹, en siembra directa. Estos resultados son contrastantes, por lo que se puede afirmar que la respuesta a la aplicación de N de la caraota está relacionada con el cultivar utilizado y las condiciones climáticas.

Al evaluar la relación del cultivar Uirapurú y las dosis creciente de N, se comprobó una respuesta lineal a la fertilización nitrogenada sobre el cultivo (Figura 3). Esta relación indica que la dosis mayor (140 kg N ha⁻¹) no fue suficiente para suplir todo el N requerido por el cultivo, a pesar de que las dosis de los tratamientos estaban por encima



del rango de referencia por Malavolta *et al.* (1997), lo que indica que dosis

mayores son requeridas para que este cultivar aumente el rendimiento.

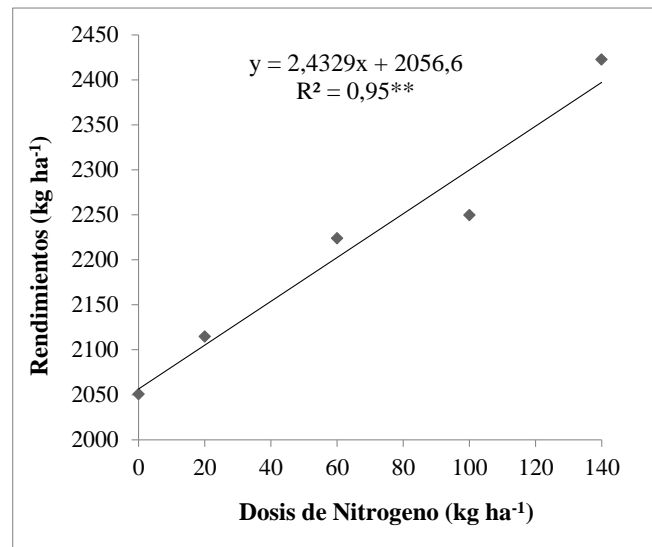


Figura 3. Rendimiento del cultivar Uirapirú a 0,75 cm entre hilera en función de las dosis de N



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El cultivar Uirapurú presentó mayor altura de planta durante periodos vegetativos y a inicio de floración, mayor peso de 100 granos y superó en un 71% el rendimiento de granos obtenido por el cultivar Tuiuiú.

La distancia de siembra de 0,75 m produjo plantas de caraota con mayor altura, peso de 100 granos y rendimiento, que en distancia entre hileras de 0,45 m.

Los cultivares de caraota evaluados respondieron a las dosis de nitrógeno, con mayor altura de plantas a los 32 y 43 día después de la siembra, peso de 100 granos y rendimiento.

Con base a estos resultados, se recomienda el establecimiento del cultivar Uirapurú a una distancia entre hileras de 0,75 m, con la aplicación de dosis de N entre los 100 kg ha⁻¹ y 140 kg ha⁻¹ en las condiciones del Palaciero, Estado Lara.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean mencionar con gratitud la colaboración y apoyo del Sr Ricardo Palomino por ceder el área experimental en su Hacienda "Los Yariguies". A la Asociación Nacional de Cultivadores Agrícolas (ANCA) por el aporte financiero y técnico para el desarrollo de la investigación. Al CDCHT-UCLA por el financiamiento otorgado.

REFERENCIAS

- Berroterán, J. 2013. Leguminosas de granos comestibles en Venezuela. Ediciones ONCTI. Agricultura de Venezuela N°1. Pág. 21-61.
- Carvalho, R. et al. 2001. Comportamiento de cultivares de soya em diferentes populacoes de plantas, em Gurupi, Tocantins. Revista Ceres 48(279): 529-537.
- Carvalho, M.A.C.; Arf, o.; Sá, M.E.; Buzetti, S.; Santos, N.C.B.; Bassan, D.A. 2001.



- Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influencia de parcelamentos e fontes de nitrogênio. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 25:617-624.
- Carvalho M., Furlani J., ARF O., Sá M., Paulino, H., y Buzetti, S. 2003. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. R. Bras. Ci. Solo, 27: 445-450.
- Escalante J., Rodríguez, M., y Escalante, Y. 2015. Nitrógeno, distancia entre surcos, rendimientos y productividad del agua en dos cultivares de frijol. Revista Bioagro 27(2): 75-82.
- Escobar, H.; J. Ortiz; H. Miranda y D. Peroza. 2014. Efecto de diferentes dosis de riego sobre el cultivo de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). Rev. Unell. Cienc. Tec. 35:52-58.
- Malavolta et al. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 319p.
- Marin, D. 2002. Rendimiento y producción agrícola vegetal: Un análisis del entorno mundial (1997-1999) y de Venezuela (1998-2001). Agroalimentaria. 15(15):
- Osuna E., Reyes L., Padilla, J., y Martínez, M. 2012. Rendimientos de frijol Pinto Saltillo en altas densidades de población bajo temporal. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 3. Núm. 7. Pág. 1389-1400.
- Pérez, D.; N Camacaro; M.E. Marron y A.H. Moros. 2013. Leguminosa de grano comestible en Venezuela. Agricultura en Venezuela. N°1. Editores J.J. Berroteran y ONTIC.
- Ruidiaz, R. 2015. Plan FEDEAGRO para abastecimiento en Caraotas.[En línea]. Diario Última Hora. Pág. 8. Disponible: <https://issuu.com/ultimahora-digital/docs/edicion07-09-2015>. (Consulta: 07 Septiembre del 2016).
- Rosales, K. 2003. Efecto del arreglo espacial en el rendimiento de tres variedades de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. Pág. 9-15.



Sant'Ana, E.V.P., dos Santos, A, da
Silveira, P. M. 2010. Adubação
nitrogenada na produtividade,
leitura spad e teor de nitrogênio
em folhas de feijoeiro. Pesq.
Agropec. Trop., Goiânia, 40 (4):
491-496.

Stone, L. F y Moereira, J. 2001
Resposta do feijoeiro ao
nitrogênio em cobertura, sob
diferentes lâminas de irrigação e
preparos de solo. Pesquisa
Agropecuária Brasileira. 36:
473-481.